



Sanna Hakala

# Kiinteistön taloteknisten laitteistojen laiteluetteloiden päivitys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

11.3.2026

## Tiivistelmä

Tekijä:	Sanna Hakala
Otsikko:	Kiinteistön taloteknisten laitteistojen laiteluetteloiden päivitys
Sivumäärä:	32 sivua
Aika:	11.3.2026
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Reijo Leinonen

---

Insinööriyön tarkoituksena oli päivittää Are Oy:n huoltokohteelle laiteluettelo taloteknisistä laitteistoista ja viedä se kohteen huoltokirjaan huoltoyhtiön sekä asiakkaan saataville. Laiteluettelon oli tarkoitus olla huoltoyhtiön päivittäisen työn apuna sekä asiakkaan hyödynnettävissä.

Tietojen keräämiseen käytettiin teknisten huoltojen huoltoraportteja, huoltokirjan omaa laiteluetteloja sekä rakennusautomaatiota. Tietojen täydentäminen ja paikkansa pidettävyyden tarkistaminen suoritettiin kohdekierroksilla. Laiteluettelot laadittiin Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmaan ja samalla päivitettiin huoltokirjan omaa laiteluetteloja.

Tavoitteena oli luoda selkeät ja helppolukuiset laiteluettelot, joista olisi nähtävillä laitteistoille olennaiset tekniset tiedot, laitteiden sijainnit ja vaikutusalueet sekä laitemäärät laskentaa ja resurssointia varten. Suurien laitemäärien vuoksi laitteistojen tekniset tiedot rajattiin perustietoihin ja laitteistoja sekä niiden toimintaperiaatteita käsitellään suppeasti.

Avainsanat: kunnossapito, laiteluettelo

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Sanna Hakala  
Title: Updating the Property's Technical Device lists  
Number of Pages: 32 pages  
Date: 11.3.2026

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation Engineering  
Supervisors: Reijo Leinonen, Senior Lecturer

---

The goal of this thesis was to update the device list of Are Oy maintenance property with various areas of technical building services and make it available to maintenance company and also to the customer. The device list was intended to help with technical maintenance and with the daily work of the maintenance company as well as the customer.

Data was collected from technical maintenance reports, from the device list included in the digital maintenance log and from the building automation system. The data was updated and its accuracy verified during site visits. The device lists were created using Microsoft Excel while updating the digital maintenance log's device list.

The goal was to create a clear and easy-to-read device lists which include essential technical information, device locations and areas affected by the devices and the number of devices. Due to the large quantity of devices, the technical data was limited to basic data, and the information on technical devices was only briefly addressed.

Keywords: Maintenance, Device list

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kunnossapito	2
2.1	Kunnossapidon määritelmät	2
2.2	Kunnossapitolajit	2
2.3	Suunniteltu kunnossapito	5
2.3.1	Ehkäisevä kunnossapito	5
2.4	Korjaava kunnossapito	6
3	Projektin tavoitteet ja suunnittelu	6
3.1	Tavoitteet ja hyödyt	6
3.2	Työn kulku ja suunnittelu	7
4	Laiteluettelon päivittäminen	9
4.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	9
4.2	Lämmitysjärjestelmät	12
4.3	Jäähdytysjärjestelmät	14
4.4	Palotekniset laitteistot	15
4.1.1	Paloilmoitinjärjestelmä	16
4.1.2	Turvavalaistusjärjestelmä	16
4.1.3	Savunpoistojärjestelmä	17
4.1.4	Sammutustekniikka	18
4.5	Sähkö- ja automaatiojärjestelmät	20
5	Tulokset ja kehittäminen	26
5.1	Tulokset	26
5.2	Kehittäminen	28
6	Yhteenveto	29
	Lähteet	31

## Lyhenteet

Excel:	Microsoft Officen taulukkolaskentaohjelma
LVISA:	Talotekniset järjestelmät lämpö, vesi, ilma, sähkö ja automaatio
Höyrystyminen:	Aineen olomuodon muuttuminen nesteestä höyryksi
Lauhtuminen:	Aineen olomuodon muuttuminen höyrystä nesteeksi
Pätöteho:	Laitteen todellisuudessa kuluttama, työtä tekevä teho, joka muuttuu lämmöksi, mekaaniseksi voimaksi tai valoksi
Loisteho:	Edes takaisin siirtyvä, ei työtä tekevä teho, joka on välttämätön laitteiden sähkö- ja magneettikentän ylläpitoon
VAK:	Valvonta-alakeskus

## 1 Johdanto

Uusien rakennusten taloteknisten laitteistojen tiedot arkistoidaan sähköiseen muotoon projektipankkeihin jo toteuttamis- ja rakennusvaiheessa sekä päivitetään tarvittaessa. Moni vanhempi rakennus on jäänyt digitalisoitumisessa jälkeen, eikä teknisistä laitteista, niiden määristä tai korjaustarpeista ole kunnollista tietoa. Tiedot on kätkeyty paperisina arkistoihin, joista dokumentteja on lainattu, kadotettu ja unohdettu palauttaa. Arkistoista tiedon hakeminen on työlästä ja hidasta, eikä dokumenttien tietojen ajantasaisuudesta voida varmistua.

Tämän insinöörityön tarkoituksena on kerätä tietoa kiinteistön tämänhetkisistä taloteknisistä laitteista sekä päivittää laiteluettelot digitaaliseen muotoon viemällä laiteluettelot kohteessa käytettävään huoltokirjaan. Opinnäytetyön tarkoitus on selkeyttää kiinteistön teknisten laitteiden määriä ja sijainteja. Laiteluettelon on tarkoitus olla saatavilla ja apuna kiinteistön omistajille sekä kiinteistössä teknisten laitteistojen kanssa työskentelevälle huoltohenkilöstölle. Tavoitteena on luoda selkeät ja helppolukuiset laiteluettelot asianmukaisilla ja ajantasaisilla tiedoilla. Laiteluetteloon kerättävät tiedot rajattiin perusmuotoiseksi siten, että välttämättömät tiedot tulisivat ilmi. Suuren kohdekiinteistön vuoksi laitemäärä on suuri, eikä aikaa ole kerätä täysmittaisesti teknisiä tietoja jokaisesta laitteesta.

Tämä opinnäytetyö toteutetaan talotekniikkayritys Are Oy:lle. Are Oy on yli 100 vuotta vanha perheyritys, jolla on ammattiosaamista eri talotekniikan osa-alueista, kiinteistön ylläpitopalveluista sekä energia- ja asiantuntijapalveluista. Opinnäytetyön kohdekiinteistönä on Are:n suuri huoltokohde, jossa digitaalisessa muodossa saatavilla olevaa ajantasaista laiteluetteloa taloteknisistä laitteistoista ei ole saatavilla.

## 2 Kunnossapito

### 2.1 Kunnossapidon määritelmät

Kunnossapito on laaja käsite, mutta yleisesti tarkoituksena on ylläpitää koneita ja laitteita toimintakuntoisina koko elinkaaren ajan ehkäisten ja ennakoiden mahdollisia vikoja. Tarkoituksena on pitää koneet ja laitteet käynnissä ennakoimalla vikaantumista ja mahdollisia suurempia korjaustarpeita, jotta toiminnasta saadaan kustannustehokasta. Toimintakunnon heikentyessä laite pyritään kunnostamaan huolloilla tai korjauksilla, jotta laite pystyisi toteuttamaan tehokkaasti ja luotettavasti sille määritellyn toiminnon. [1.]

Kunnossapito on määritelty kahden eri standardin SFS-EN 13306:2017 ja PKS 6210 mukaan. Suomen standardisoimisliiton mukaan kunnossapito määritellään seuraavasti:

Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. [2.]

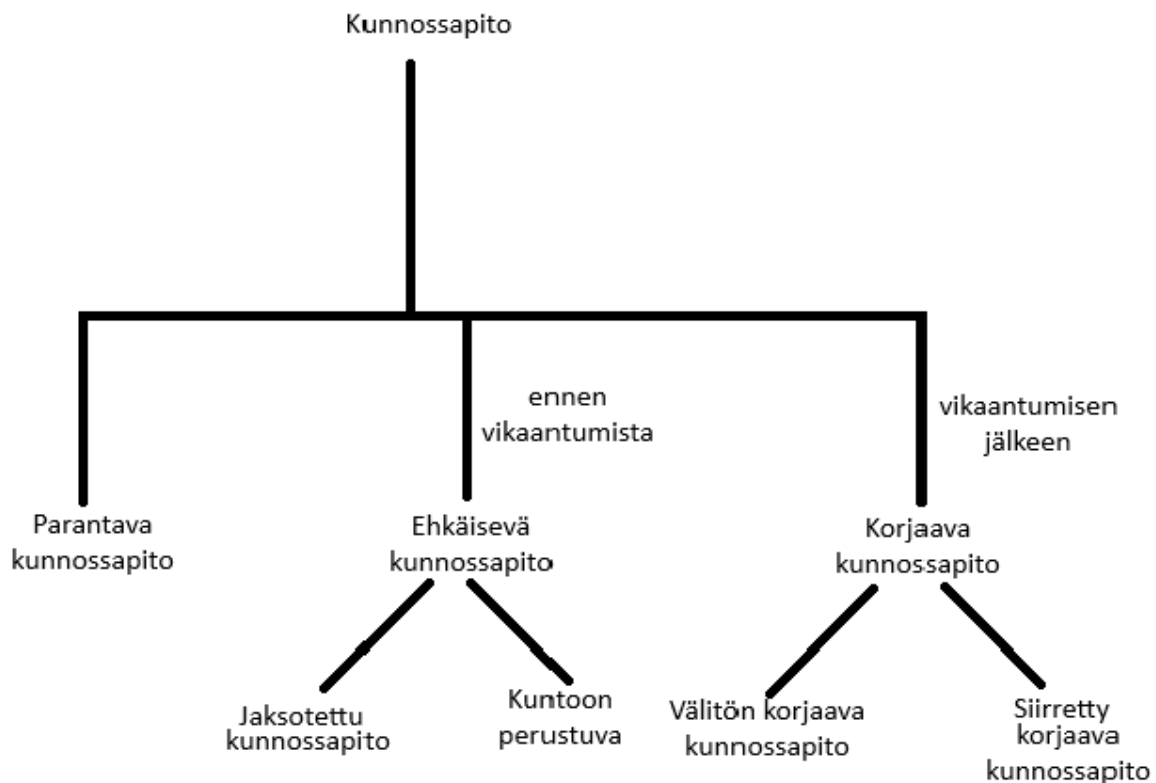
PSK Standardisoinnin mukaan kunnossapito on määritelty näin:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. [3.]

### 2.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajeja voidaan tarkastella standardin SFS-EN 13306:2017 tai PKS 6210 standardin mukaisesti. Kunnossapitolajit ovat pääperiaatteiltaan samanlaiset, mutta eroavat hieman toisistaan. SFS standardin mukaan kunnossapito

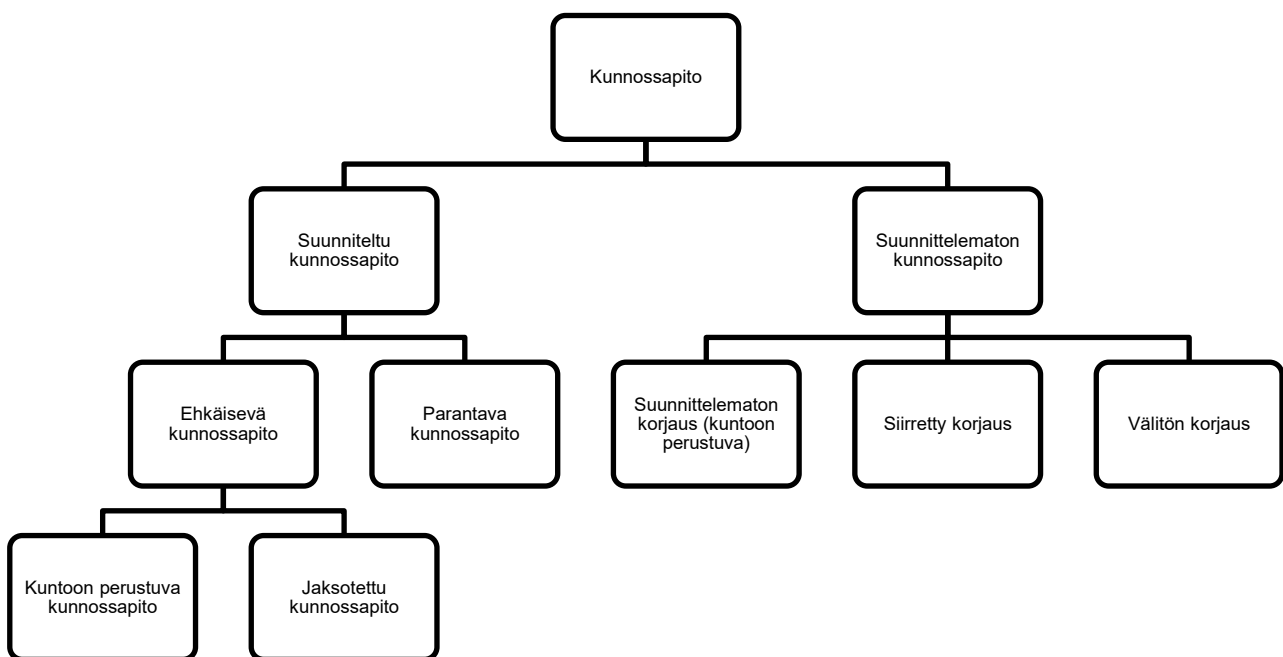
jaetaan ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon vian havaitsemisen mukaan. Ehkäisevästä kunnossapidosta puhutaan, kun vikaa ei ole vielä havaittu ja laitteistolle tehdään jaksotettuja tai kuntoon perustuvia ennakoivia toimenpiteitä, joilla laite saadaan pidettyä käyttökuntoisena. Vian huomaamisen jälkeen tehdään korjaavaa kunnossapitoa, jolloin vika korjataan välittömästi tai siirrettynä. [4, s. 46.] Kuvassa 1 esitetään SFS-EN 13306:2017 mukaisesti kunnossapitolajeja.



Kuva 1 Kunnossapitolajit muokattu standardista SFS-EN 13306:2017 [2].

PSK standardissa käytetään termejä suunniteltu ja suunnittelematon kunnossapito. Suunniteltu kunnossapito on ennakoitua ja ehkäisevää kunnossapitoa ja pitää sisällään etukäteen suunniteltuja kuntoon perustuvia tai jaksotettuja kunnossapidon tehtäviä kuten ennakkohuoltoja. Suunniteltu kunnossapito voi olla myös korjaavaa kunnossapitoa, jos vian havaitsemisen jälkeen laitteelle tehdään siirretty korjaus. Suunnittelematon kunnossapito perustuu vikojen ja

häiriöiden ennakoimattomuuteen ja pitää sisällään korjaavaa kunnossapitoa. Korjauksille ei ole määritetty ennalta aikataulua, vaan vikojen tai häiriöiden ilmaantuessa korjaukset tehdään joko siirrettynä tai välittömästi. Kuntoon perustuva suunnittelematon korjaus tehdään, kun kunnan valvonnalla havaitaan ennakoimaton häiriö, joka tulee korjata ennen kuin koko laitteisto hajoaa. [4, s. 47, 53.] Kuva 2 havainnollistaa PKS 6201 mukaisesti kunnossapitolajeja.



Kuva 2 Kunnossapitolajit muokattu standardista PSK 6201 [3].

Vertailemalla kuvia 1 ja 2 PKS Standardi eroaa SFS standardista siltä osin, että SFS standardi ei tunne käsitteitä suunniteltu ja suunnittelematon kunnossapito. PKS mukaan kunnossapito on suunniteltua tai suunnittelematonta ja SFS standardin mukaisesti kunnossapito jaotellaan ehkäisevään ja korjaavan vian havaitsemisen mukaisesti.

## 2.3 Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltuun kunnossapitoon kuuluu ehkäisevä kunnossapito, kunnostaminen ja parantava kunnossapito. Suunnitellun kunnossapidon tavoitteena on maksimoida laitteiden käyntiaika ennakoiden ja ehkäisten suurempia vikoja ja seisokkeja esimerkiksi kunnollisen kunnossapito-ohjelman avulla. Suunnitelluilla toimenpiteillä vältetään suunnittelematonta, aikataulutamatonta kunnossapitoa, ja on sen vuoksi kustannustehokasta. [1.]

Parantava kunnossapito jaetaan kolmeen eri pääryhmään, joilla edistetään laitteen luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä. Ensimmäisessä ryhmässä laitetta kunnostetaan eli laite pyritään saamaan lähes alkuperäiseen kuntoon esimerkiksi vaihtamalla kulunut tai vioittunut osa uuteen. Toisessa ryhmässä keskitytään laitteen kestävyys ja jäljellä olevan käyttöiän lisäämiseen, muuttamatta kuitenkaan laitteen suorituskykyä. Laitteesta pyritään saamaan luotettavampi uudelleen suunnittelulla ja korjauksilla, joilla ei pääsääntöisesti ole vaikutusta suorituskykyyn. Joissain tapauksissa koneet modernisoidaan, eli laite uudistetaan kokonaisuudessaan vanhasta uuteen. Laitteiston uusimisella voidaan vaikuttaa laitteiston energiatehokkuuteen sekä suorituskykyyn. [4, s. 51.]

### 2.3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on ennakoivaa kunnossapitoa, jonka tarkoituksena on seurata laitteen kuntoa ja tehdä toimenpiteitä säännöllisesti tai vaadittaessa ennalta ehkäisten vikaantumisen mahdollisuutta. Ehkäisevästä kunnossapidosta puhutaan, kun laite ei ole vikaantunut tai laitteessa ei ole vielä havaittu vikaantumista. Ehkäisevään kunnossapitoon lukeutuu jaksotettu kunnossapito, kunnonvalvonta sekä kuntoon perustuva kunnossapito. [4, s. 50.]

Jaksotettu kunnossapito kattaa ajoitettuja, laitteen kunnosta riippumattomasti tehtäviä tarkastus-, testaus ja huoltotoimenpiteitä kuten laitteistoille tehtävät määräaika- ja vuosihuollot. Vuosihuollot määräytyvät kalenteriperusteisesti, toisin kuin määräaikaishuollot käyttöajan tai -määrän mukaan. [1.]

Kunnonvalvonnalla seurataan laitteen nykyistä toimintakuntoa ja ennakoidaan vikaantumisten ilmeneminen havaitsemalla poikkeava toiminta erilaisin mittalaittein kuten lämpö-, värähtely- ja infrapunamittarein. Mittauksien suoritusajankohdat on määritelty laitteiden vaatimuksissa ja huolto-ohjeissa. Mittauksien avulla saadaan selville tarvittavien huolto- ja korjaustarpeiden ajankohtaisuus. [1.]

Kuntoon perustuvassa kunnossapidossa tarkkailemalla ja aistien avulla havaitaan mahdollisia tarvittavia korjaustarpeita. Syitä vianselvittämiseen ja korjaamiseen voivat olla muun muassa laitteesta lähtevät epänormaalit äänet, vuotava pumppu tai poikkeavat anturilukemat. [1.]

## 2.4 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa kohde halutaan palauttaa takaisin toimintakuntoon vian havaitsemisen jälkeen joko suunnitelmallisesti kunnostamalla siirretynä korjauksena tai suunnittelemattomalla häiriökorjauksella. Vikaantuminen tapahtuu, kun laitteen suorituskyky heikentyy tapahtuneen häiriön tai vaurion vuoksi niin, ettei laite pysty toimimaan määritetyllä tavalla. Korjaava kunnossapito pitää sisällään siirretyn kunnossapidon, jolloin vika korjataan sovittuna ajankohtana sekä välittömän kunnossapidon, jolloin vika korjataan viipymättä. [4, s. 51.]

## 3 Projektin tavoitteet ja suunnittelu

### 3.1 Tavoitteet ja hyödyt

Työn tavoitteena oli päivittää kiinteistölle laiteluettelot jokaisesta taloteknisestä osa-alueesta ja tuoda ne kootusti kiinteistönhoidossa käytettävään huoltokirjaan kiinteistön omistajien sekä huoltoyhtiön saataville. Tavoitteena oli, että laiteluettelosta nähdään teknisten laitteistojen määrät, välttämättömät tekniset tiedot sekä sijainnit ja vaikutusalueet. Laiteluetteloiden hyödyt voidaan jakaa hallinnollisiin, taloudellisiin ja ylläpidollisiin hyötyihin. Laiteluettelosta hyötyvät niin huollosta vastaava yritys kuin asiakas.

Asiakas hyöttyy saadessaan kootun listauksen kohteen laitteistoista, jolla määritetään kiinteistössä tehtävät tekniset huollot sekä huollettavien koneiden määrät. Laiteluettelon laitemäärien perusteella asiakas pystyy kilpailuttamaan kiinteistön tekniset huollot, sillä laitemäärien perusteella on mahdollista laskea hinta teknisille huolloille. Huolloilla varmistetaan laitteiden ennakoiva kunnossapito, joka pidentää laitteen elinkaarta ja pienentää mahdollisia korjauskustannuksia. Huolloissa tehdään tarvittavat huoltotoimenpiteet ja tarkastetaan laitteistojen kunto sekä otetaan ylös mahdolliset tulevat ja välittömät korjaustarpeet.

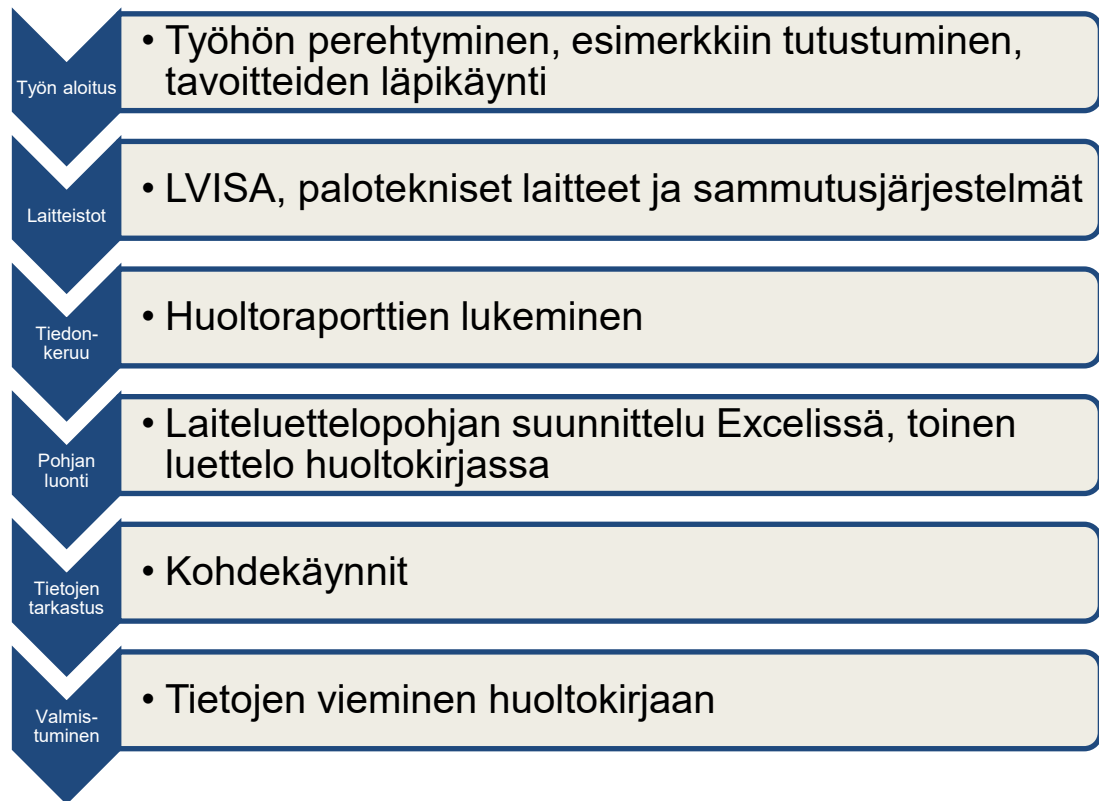
Teknisten laitteistojen laite- ja sijaintitiedot ovat tärkeä osa laiteluetteloa. Kohteella työskentelevä huoltohenkilöstö ja asentajat hyötyvät laiteluettelosta, josta laitteiden tekniset tiedot, sijainnit ja vaikutusalueet on helposti saatavilla, eikä mene ylimääräistä aikaa tietojen hankintaan. Yritys hyöttyy kootusta laiteluettelosta teknisten huoltojen osalta myös työnjohdollisesti. Laiteluetteloiden perusteella suunnitellaan ja suoritetaan tekniset vuosi- ja määräaikaishuollot. Laitemäärien perusteella on mahdollista laskea huoltoon varattu aika ja määrittää tarvittava resurssi. Laitemäärien perusteella on mahdollista huomata, jos jokin laite on jäänyt huoltamatta tai vastaisuudessaan laitteita on huollettu enemmän kuin huollolle on laskettu.

### 3.2 Työn kulku ja suunnittelu

Laiteluettelon päivitys toteutettiin kohteeseen, joka on rakennettu useassa osassa. Kohde on jaettu kolmeen eri kiinteistöön, joissa jokaisessa on omat tekniset laitteistonsa ja osa toimii kiinteistöjen välillä ristiin. Kiinteistöjen laiteluettelot ovat jääneet päivittämättä sähköiseen muotoon vuosien aikana, eikä ajantasaista tietoa ole helposti saatavilla.

Työ aloitettiin käymällä yrityksen kanssa läpi saavutettavat tavoitteet, toimintatavat sekä suunnittelemalla työn kulkua. Laiteluettelon vaatimuksina oli, että se on selkeä, tieto on helposti saatavilla ja sen perusteella on mahdollista laskea laitemäärät. Tarkoitus ei ollut kerätä kaikkea teknistä tietoa eri laitteista, ainoastaan säännöllisesti hyödynnettäviä tietoja kuten sijainnit ja vaikutusalueet sekä

yleisesti tyypillisiä tietoja, joita on mahdollista hyödyntää kunnossapitotyössä, huolloissa sekä vikakorjauksissa. Työn kulun suunnitelma oli kaavion 1 mukainen.



Kaavio 1 Työn suunnitelma

Ensimmäisenä päätettiin, mihin tietoja aletaan kirjaamaan ja mistä osa-alueesta lähdetään liikkeelle sekä mitä tietoja on tarkoitus kerätä. Tiedonkeruu aloitettiin lukemalla edellisen vuoden kevään ja syksyn huoltoraportteja sekä muodostamalla laiteluettelopohja huoltoraportilta saatavien tietojen perusteella. Jo alussa käytettäväksi ohjelmaksi valikoitui Microsoft Excel taulukkolaskentaohjelma helppokäyttöisyyden vuoksi ja, koska sen käyttö on entuudestaan tuttua. Taulukoihin sai lueteltua allekkain laitteiden tunnuksia, kirjattua tietoja sekä laskettua laitteiden määriä. Excel-taulukoiden lisäksi kohteen huoltokirjassa oli valmiina oma taulukko, josta kerättiin, ja johon tallennettiin tietoja.

Työn suunnitteluvaiheessa oli selvää, että laiteluettelon tietojen tarkastamista sekä täydentämistä varten tarvitsee tehdä kohdekäyntejä. Ennen kohdekäyntejä laiteluettelot käytiin läpi ja otettiin ylös tarkastettavat tiedot. Kohteella paikannettiin laitteet, jotta pystyttiin varmistumaan niiden olemassaolosta ja täydennettiin tietoja muun muassa rakennusautomaatiosta.

## **4 Laiteluettelon päivittäminen**

Kiinteistölle laadittiin omat laiteluettelot jokaisesta teknisessä huollossa olevasta talotekniikan lajista: ilmanvaihto, lämmitys, jäähdytys, sähkö, automaatio, palotekniset- ja sammutuslaitteistot sekä pumppaamot. Laiteluetteloiden luominen aloitettiin ilmanvaihtokoneista, joiden tunnukset kirjattiin Exceliin allekkain. Tavoitteena oli luoda selkeät ja helppolukuiset laiteluettelot saatavilla olevilla tiedoilla. Excel-taulukoiden lisäksi työn edetessä päivitettiin huoltokirjasta löytyvää laiteluetteloa, jonne tallennettiin ja josta kerättiin saatavilla olevia tietoja.

Laiteluetteloihin laadittiin koneille ja järjestelmille olennaiset tiedot. Jokaisen osa-alueen kohdalta tärkeimmiksi tiedoiksi kuitenkin osoittautui laitteen tunnus sekä sijainti, jotta paikantaminen olisi helpompaa isossa kiinteistössä. Lisäksi laiteluetteloihin kirjattiin kullekin järjestelmälle tyypillisiä teknisiä tietoja ja laitteiden hankintavuosia, joita on mahdollista hyödyntää laitteiston elinkaaren seurantaan ja uusimisajankohdan suunnitteluun. Lopuksi laitteiden määrät laskettiin ja kirjattiin laiteluetteloon.

### **4.1 Ilmanvaihtojärjestelmä**

Ilmanvaihto toimii tavanomaisesti siten, että rakennukseen tuodaan raikasta tuloilmaa ja poistetaan huoneesta likaista ilmaa. Tarkoituksena on pitää huoneilman laatu korkeana. Optimaalista olisi, että ilma vaihtuu säännöllisen ajan kuluessa. Ilmanvaihto voidaan toteuttaa painovoimaisena, koneellisena poistoilmanvaihtona tai koneellisena tulo- ja poistoilmanvaihtona. [5, s. 1.]

Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminnan taustalla on ulko- ja sisäilman lämpötilaeron luoma paine-ero. Lämmin sisäilma on kevyempää ja pyrkii nousemaan ylöspäin aiheuttaen paine-eroa, jolloin viileämpi ulkoilma kulkeutuu rakennukseen alipaineen takia. Tuloilma kulkee rakennuksen puhtaisiin tiloihin korvausilmaventtiileistä sekä ikkunoiden ja ovien raoista ja samalla poistoilma kulkeutuu rakennuksen likaisiin tiloihin, kuten WC-tiloihin ja siirtyy ulos poistoilmaventtiilien kautta poistoilmahormistoon ja lopulta ulkoilmaan. [5, s. 77-78.]

Koneellisesti ilmanvaihto voidaan toteuttaa joko koneellisena poistoilmanvaihtona tai koneellisena tulo- ja poistoilmanvaihtona. Koneellisessa poistoilmanvaihdossa ilma poistetaan huoneista tehostetusti verrattuna painovoimaiseen ilmanvaihtoon. Tuloilma kulkeutuu huoneisiin samaan tapaan kuin painovoimaisessa ilmanvaihdossa korvausilmaventtiilien kautta, mutta poistoilman kuljettaminen rakennuksesta on toteutettu koneellisesti poistopuhaltimilla ja huippuimureilla. [5, s. 57.]

Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa käytetään tulo-poistoilmanvaihtokoneita, jolloin poistoilman lisäksi myös tuloilma saadaan kuljetettua puhaltimien avulla. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto eroaa myös siten koneellisesta poistoilmanvaihdosta sekä painovoimaisesta ilmanvaihdosta, että lämmin ilma saadaan kierrätettyä lämmön talteenoton vuoksi ja käytettyä tuloilman esilämmittämiseen. Ilmanvaihtokoneiden oleellimmat osat ovat tulo- ja poistopellistö, suodattimet, tulo- ja poistoilmapuhaltimet, lämmöntalteenotto, lämmitys/jäähdytyspatterit sekä automaatiolaitteistot. [5, s. 35, 89-89.]

Pellistö on tulopuolelta ensimmäinen ja poistopuolelta viimeinen komponentti ulkoilman ja ilmanvaihtokoneen välillä. Pellistöllä ohjataan ulkoilman kulkeutuminen ilmanvaihtokoneeseen. Normaalitylanteessa eli koneen käydessä pellistö on auki, mutta ilmanvaihtokoneen ollessa seis, pellistö on kiinni. Suodattimilla poistetaan ulkoilmasta sekä poistoilmasta tulevia epäpuhtauksia, jotta huoneisiin menevä ilma pysyisi laadukkaana. Suodattimet sijaitsevat tuloilmapuolella pellistön jälkeen ja poistopuolella ensimmäisenä palatessaan ilmanvaihtokoneelle.

Suodattimien jälkeen ilma virtaa LTO:lle eli lämmöntalteenottolaitteelle. [5, s. 93, 96.]

Lämmöntalteenotto voidaan toteuttaa pyörivällä talteenottokennolla, levylämmönsiirtimellä tai nestemäisenä patteri-patteri-järjestelmänä. Pyörivä lämmöntalteenotto eli kiekko-LTO pyörii koko halkaisijan ympäri vaihdellen poisto- ja tuloilmapuolelle ilmanvaihtokoneiden ollen päällekkäin. Lämmin poistoilma kulkee kiekon läpi ja luovuttaa lämmön kiekon pintaan, jonka jälkeen kiekko pyörähtää tuloilmapuolelle ja luovuttaa lämmön kiekon läpi kulkevalle tuloilmalle. Kuutio-LTO:ssa tulo- ja poistoilma kulkevat alumiinilevyn läpi ristikkäin tai vastavirtaan ja alumiinilevy varastoi poistoilman lämmön. Joka toisessa välissä kulkeva tuloilma vastaanottaa joka toisessa välissä kulkevan poistoilman lämmön. Neste-LTO:ssa tuloilma lämmitetään liuoksen avulla. Järjestelmän patterit muodostavat järjestelmän, jossa pumput kierrättävät liuosta ja siirtävät lämpöä. Viileä liuos sitoo lämpöä lämpimämmästä poistoilmasta ja lämmin liuos siirtää lämpöä viileään tuloilmaan. [5, s. 101-108.]

LTO:lla ei aina saada lämmitettyä tuloilmaa riittävästi, jolloin lämmityspatterin avulla lämmitetään tuloilma haluttuun arvoon. Vastaavasti tuloilman ollessa lämpimämpää kuin haluttu lämpötila, voidaan tuloilmaa viilentää jäähdytyspattereilla. Tulopuhaltimet siirtävät halutun lämpöisen ilman huoneisiin ja poistopuhaltimet imevät likaisen ilman huoneista. [5, s. 109, 115-116.]

Automaatiolaitteilla, kuten antureilla ja toimilaitteilla ohjataan, säädetään ja seurataan ilmanvaihtokoneen toimintaa sekä niitä käytetään laitteiston turvaominaisuuksina kuten jäätymissuojia. Jäätymissuojan tarkoituksena on katkaista ilmanvaihtokoneen toiminta, mikäli veden lämpötila laskee alle asetusarvon +8 astetta, jotta estetään laitteiden kuten lämmityspattereiden jäätyminen. [5, s. 123, 126.]

Ilmanvaihtokoneiden laiteluettelo jaoteltiin tulo-/poistokoneisiin, erillispoistoihin, teknisten tilojen poistoihin sekä kiertoilmapuhaltimiin. Ilmanvaihtokoneille olennaisia teknisiä tietoja on tulo- ja poistokoneen ilmamäärä, LTO-tyyppi sekä

puhallintyyppi. Näiden lisäksi laiteluetteloon kerättiin mahdollisuuksien mukaan suodatinluokat, kiilahihnamallit sekä VAK tiedot. Kuvassa 3 on esitetty ilmanvaihdon laiteluetteloesimerkki.

Ilmanvaihtokoneet										
Kohde			TK	PK	TK	PK	TK	PK		
Tunnus	Sijainti	Vaikutusalue	Ilmamäärä m <sup>3</sup> /s	Ilmamäärä m <sup>3</sup> /s	Kiilahihnamalli	Kiilahihnamalli	Suodatinluokka	Suodatinluokka	LTO	Puhallintyyppi
TK1	IV-konehuone	1. krs							Kiekk	Hihnaveto
TK2										
TK3										
TK4										
Erillispoistot										
PF1										
PF2										
PF3										
PF4										
Tekniset tilat poistot										
PF20										
PF21										
PF22										
PF24										
Kiertoilmapuhaltimet										
KSK1										
KSK2										
KSK3										
KSK4										

Kuva 2 Esimerkki ilmanvaihdon laiteluettelosta

Ilmanvaihdon laiteluettelo luotiin ensimmäisenä. Valmiista ilmanvaihdon laiteluettelosta saatiin mallipohja, jota käytettiin työn edetessä myös muissa tekniikan järjestelmissä. Mallipohjaan sai muokattua uusia sarakkeita, poistettua sarakkeita sekä muokattua sarakkeiden tunnuksia muille järjestelmille sopivimmiksi.

## 4.2 Lämmitysjärjestelmät

Lämmitysjärjestelmien tarkoituksena on kuljettaa lämpöä lämmönjakokeskuksesta lämpöjohtoverkoston avulla lämmönluovuttimille, jotka siirtävät lämmön lämmitettävään tilaan. Lämmön siirto voidaan toteuttaa veden tai ilman avulla sekä ilman väliainetta suoralla lämmityksellä. Vesikiertoisessa lämmityksessä lämmönsiirtoon käytetään vettä, ilmakiertoisessa ilmaa muun muassa ilmanvaihtokanavien kautta tai ilmanlämpöpumpuilla ja suora lämmitys toteutetaan ilman väliainetta esimerkiksi sähköpattereilla tai säteilylämmittimillä. Vesikiertoisessa järjestelmässä vesi lämmitetään kiinteistön lämmönjakokeskuksella kattilassa tai lämmönvaihtimissa, jonka jälkeen lämpö kuljetetaan lämmönluovuttimille. Vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä voidaan toteuttaa öljy-, kaasu-, biopolttoaine-,

puu- tai sähkökattilajärjestelmällä, kaukolämmöllä, maalämmöllä, lämpöpumppujärjestelmillä sekä yhdistelmälämmityksenä käytettävällä aurinkolämmöllä. [6, s.49-56, 86-87.]

Lämpöpumppujärjestelmiä kuten maalämpöpumppua käytetään kiinteistön lämmitykseen sekä jäädytykseen. Peruskierron mukaan lämpöpumppujärjestelmät koostuvat kompressorista, höyrystimestä, lauhduttimesta sekä paisuntaventtiilistä. Lämpöenergia kerätään maalämpöpumpun keruupiirin putkistolla auringon säteilemästä lämmönlähteestä, joka voi olla maaperä, kallio tai vesistö. Keruupiirissä kulkee lämmönkeruuneste, joka varastoi maaperän lämmön ja kuljettaa sen maalämpöpumpun höyrystimelle. Höyrystimellä lämpö luovutetaan kylmäaineelle, jolloin kylmäaine höyrystyy eli muuttuu nesteestä kaasuksi. Höyrystimeltä kylmäaine kulkee kompressorille, jossa kylmäaine tiivistetään nostattaen merkittävästi höyrystyneen kylmäaineen painetta sekä lämpötilaa. Kompressorin jälkeen kuuma kaasumainen kylmäaine jatkaa lauhduttimelle, jossa se luovuttaa tuotetun lämmön kiinteistön lämmitykseen ja muuttuu nestemäiseksi. Viimeiseksi kylmäaine jatkaa paisuntaventtiilille. Paisuntaventtiilillä lasketaan kylmäaineen painetta, jonka jälkeen se pääsee kulkemaan takaisin höyrystimelle ja prosessi alkaa alusta. [6, s. 52-53.]

Kaukolämpö tuotetaan kaukolämpölaitoksella, josta lämmitetty vesi kuljetetaan kaukolämpöputkia pitkin kiinteistön lämmönjakokeskuksen lämmönjakopaketin lämmönsiirtimille. Lämmönsiirtimillä lämpö siirretään johtumalla kuumemmalta nesteeltä kylmemmälle, jolloin kaukolämpövesi ei pääse sekoittumaan kiinteistön lämpöverkoston kanssa vaan palaa lämmön luovutettuaan viilentyneenä takaisin lämmön tuottajalle. Lämmönsiirtimiltä lämpö luovutetaan kiinteistön käyttövesi- ja lämmitysverkostoilta käyttöveden lämmitykseen ja muun muassa lämmityspattereille. [6, s. 54.]

Lämmitysjärjestelmistä laiteluetteloon listattiin lämmitysjärjestelmän sijainti verkostojen mukaan, joita on käyttövesi-, patteri-, ilmanvaihto- ja lattialämmitysverkostot. Verkostoista merkattiin vaikutusalue, pumppujen ja lämmönsiirtimien tunnuksiset sekä hankintapäivämäärät. Päivämäärien perusteella voidaan

seurata kyseisten laitteistojen elinkaarta ja tulevaa uusimisen ajankohtaa. Myös lämpöpumppujärjestelmille tehtiin omat osiot, johon lueteltiin samat tiedot verkostojen mukaan.

### 4.3 Jäähdytysjärjestelmät

Jäähdytysjärjestelmät perustuvat kylmätekniiseen kiertoprosessiin, jossa kylmäaine muuttuu vuorotellen nesteestä kaasuksi höyrystyessään ja takaisin nesteeksi lauhduttaessaan paine- ja lämpötilamuutosten vuoksi. Kylmätekniinen kiertoprosessi on vastakkainen lämpöpumppujen kiertoprosessiin nähden. Kiertoprosessi koostuu höyrystimestä, kompressorista, lauhduttimesta sekä paisuntalaitteesta. Prosessissa kylmäaine kulkee höyrystimen läpi, jolloin lämpö siirretään ympäristöstä matalapaineiseen ja -lämpötilaiseen kylmäaineeseen ja saadaan aikaan höyrystyminen. Höyry siirretään kompressorin puristukseen, jolloin paine ja lämpötila nousee tehden kylmäaineesta korkeapaineista sekä korkealämpötilaista. Kylmäaine johdetaan lauhduttimen läpi, jolloin kylmäaine luovuttaa lämpöä muuttuen takaisin nestemäiseksi. Viimeisenä neste kulkee paisuntalaitteen läpi saavuttaakseen matalan paineen sitoakseen uudelleen lämpöä. [7, s.15-16.]

Jäähdytysjärjestelmät jaotellaan suoriin ja välillisiin järjestelmiin. Välillisessä järjestelmässä kylmää tuotetaan erillisen väliaineen esimerkiksi veden tai vesi-glykoliseoksen avulla. Välillisiä järjestelmiä ovat vakioilmastointikoneet, vedenjäähdytyskoneet, konvektorit sekä jäähdytyspalkit. Suorassa järjestelmässä kuten spliteissä jäähdyttämiseen ei käytetä erillistä väliainetta. Kylmäaine kierrätetään höyrystimeltä jäädyttämään suoraan huoneilmaan, jolloin väliaineelle ei ole tarvetta. [8.]

Laiteluettelossa jäähdytysjärjestelmät jaoteltiin vedenjäähdytyskoneisiin, jäähdytyslaitteisiin, kylmiöihin sekä konvektoreihin. Jäähdytyslaitteistojen osalta olennaisia tietoja ovat kylmäaineen koodi ja laitteen teho. Jäähdytyslaitteista otettiin ylös mahdollisuuksien mukaan laitteen malli, kylmäaineen määrä,

hankintavuosi, sijainti sekä vaikutusalue. Vedenjäähdytyskoneiden osalta kerättiin pumppujen ja lämmönsiirrinten tunnuksukset.

#### 4.4 Palotekniset laitteistot

Paloteknisten laitteistojen tarkoituksena on havaita ja ilmoittaa tulipalosta, sammuttaa tai hillitä tulipaloa, edesauttaa pelastautumista ja paloviranomaisten työtä sekä vähentää materiaalivahinkoja. Palotekniseen laitteistoon lukeutuu sammutus- ja pelastustyötä helpottavat laitteet kuten automaattinen sammutuslaitteisto ja savunpoistolaitteisto, palonilmaisu- ja hälytyslaitteistot kuten palovaorittimet, paloilmoitin tai automaattinen paloilmoitinlaitteisto sekä pelastautumista ja poistumista helpottavat laitteet kuten turvavalaisinjärjestelmä. Jokaisella laitteistolla on tärkeä tehtävä poikkeustilanteissa, jonka vuoksi niiden kunnossapidolla on suuri merkitys. Pelastuslain lisäksi jokaista laitteistoa koskee erikseen määritellyt lait, säädökset, asetukset ja standardit, joita tulee noudattaa suunnittelu-, asennus-, huolto- ja kunnossapitotöissä. [10.]

Paloteknisten laitteiden kunnossapidosta on määrätty pelastuslain 379/2011 12§ Laitteiston kunnossapito, jonka mukaan kunnossapito koskee seuraavia laitteistoja ja varusteita:

- sammutus-, pelastus- ja torjuntakalusto
- sammutus- ja pelastustyötä helpottavat laitteet
- palonilmaisu-, hälytys- ja muut onnettomuuden vaaraa ilmaisevat laitteet
- poistumisreittien opasteet ja valaistus
- väestönsuojien varusteet ja laitteet.

#### 4.1.1 Paloilmoitinjärjestelmä

Paloilmoitinjärjestelmän tarkoituksena on havaita palo paloilmaisimien avulla ja reagoida siihen hälyttämällä kiinteistössä sekä välittää tieto laitteistolta hätäkeskukseen. Automaattinen paloilmoitinjärjestelmä koostuu paloilmaisimista, joiden avulla palo havaitaan, palopainikkeista, jotka mahdollistavat manuaalisen hälytyksen aktivoimisen, teholähteestä sekä paloilmoitinlaitteesta, johon tieto alkavasta palosta tulee, ja josta tieto lähtee eteenpäin tiedonsiirtojärjestelmän avulla hätäkeskukseen. Paloilmoitinkeskukset saavat tiedon myös keskukselle tulevista vikatiloista, kuten vikaantuneista ilmaisimista ja välittävät tiedon eteenpäin. [10.]

Kiinteistössä on automaattinen paloilmoitinjärjestelmä, josta olennaisina tietoina kerättiin paloilmoitimen laitenumero, jolla laitteisto tunnistetaan hätäkeskuksessa, paloilmoitinkeskuksien tunnuksset ja mallit sekä sijainnit ja vaikutusalueet, paloryhmien lukumäärä, akkujen koko sekä niiden viimeisin vaihtoaika.

#### 4.1.2 Turvavalaistusjärjestelmä

Turvavalaistusjärjestelmän tarkoitus on opastaa henkilöt turvallisesti ulos rakennuksesta poikkeustilanteen kuten sähkökatkon aikana, jolloin sähkönsyöttö tavalliselle valaistukselle on keskeytynyt. Turvavalaistuksella osoitetaan turvallinen poistumisreitti hätäuloskäynnille. Opastevalaisimet osoittavat rakennuksen hätäuloskäynnit ja palavat jatkuvasti myös muulloin kuin poikkeustilanteissa. [10.]

Turvavalojärjestelmät jaotellaan yksikkövalaisinjärjestelmiin sekä keskusakustojärjestelmiin. Yksikkövalaisinjärjestelmässä turvavalaisimet varustellaan omilla virtalähteillä eli sisäänrakennetuilla akuilla tai superkondensaattoreilla sekä sisäänrakennetulla logiikalla, joka ohjaa turvavalaisimen toimintaa. Keskusakustojärjestelmässä jokaisen turvavalaisimen sähkönsyöttö ja ohjaus tulee keskitetyksi akulla varustetulta turvavalokeskukselta. [11.]

Keskusakustojärjestelmän turvavalaisimet jaotellaan osoitteellisiin tai ei-osoitteellisiin turvavaloihin. Näiden suurimpana erona on turvavalojen valvonta ja testaus. Osoitteelliset turvavalot kommunikoivat turvavalokeskuksen kanssa ja ilmoittavat yksilöidysti osoitteillaan vikatiloista sekä suorittavat automaattista testausta. Ei-osoitteelliset turvavalot toimivat omina yksiköinä ilman yksilöityä osoitetta, eikä samanlaista seurantadataa saada yksittäisiltä turvavaloilta. Yksittäisen turvavalon vika ilmoitetaan turvavalokeskukselle linjavikana, jolloin viallista turvavalaisinta ei voida suoraan keskukselta määrittää. [11.]

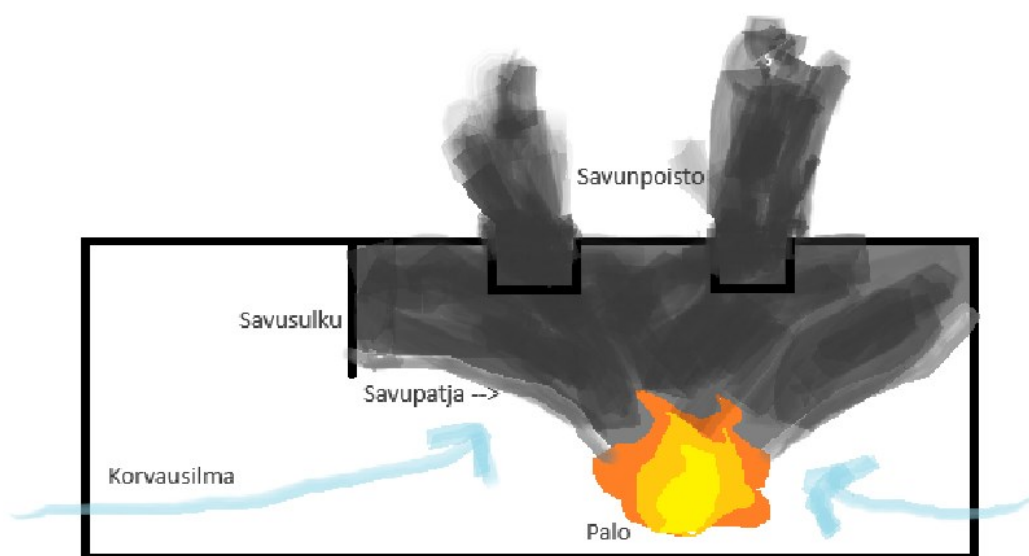
Turvavalaistusjärjestelmistä kerättiin lähes samat tiedot kuin paloilmoitinjärjestelmästä; turvavalokeskusten tunnuksot ja mallit, sijainnit ja vaikutusalueet, akkujen koko sekä viimeisin vaihto-aika. Akkujen vaihto-ikä keskusakustojärjestelmässä on n. 5-10 vuotta sekä yksikkövalaisinjärjestelmässä 4-6v. Viimeistään akut tulee vaihtaa, kun eivät kestä 1h turvavalotestiä heikentyneen akkutehon vuoksi.

#### 4.1.3 Savunpoistojärjestelmä

Savunpoistolaitteiston tarkoitus on poistaa savua sekä lämpöä rakennuksesta, jotta ihmisten rakennuksesta pelastautuminen helpottuu, palokunnan pelastus- ja sammutustyö helpottuu sekä savun aiheuttamat materiaalivahingot pienenevät. Savunpoisto voidaan toteuttaa painovoimaisena savunpoistoikkunoilla ja -luukuilla tai koneellisesti savunpoistopuhaltimilla. Savunpoisto voidaan käynnistää käsin esimerkiksi kahvasta tai laukaisupainikkeesta tai automaattisesti, jolloin laitteisto reagoi savunilmaisimen havaitsemaan savuun. [12.]

Painovoimainen savunpoisto toteutetaan hyödyntäen painovoimaisen ilmanvaihdon fysikaalista periaatetta lämpötila- ja paine-eroista. Korkeammasta lämpötilaerosta johtuvan korkeamman paine-eron vuoksi painovoimainen savunpoisto on tehokkaampaa kuin tavallinen ilmanvaihto. Painovoimainen savunpoisto eroaa painovoimaisesta ilmanvaihdosta tarkoitukseltaan ja on tarkoitettu vain lyhytaikaiseen käyttöön, eikä savunpoistoa voida käyttää normaalina ilmanvaihtona. Koneellisessa savunpoistossa savu ohjataan ulos rakennuksesta

savunpoistopuhaltimien avulla. Koneellisessa savunpoistossa korvausilma voidaan tuoda myös korvausilmapuhaltimilla. Savunpoiston periaatteen mukaan palotilanteessa huoneilmaa kevyempi kuuma savu ja ilma nousee ylöspäin ja poistuu esimerkiksi katolla olevista savunpoistoluukuista, jolloin kylmä korvausilma kulkeutuu tilaan paine-eron vuoksi. Savusululla estetään savupatjan kulkeutuminen eteenpäin tilassa, jolloin savu saadaan hallittua paloalueella ja pe- lastautuminen helpottuu. Kuvassa 4 on esitetty savunpoiston periaate.



Kuva 4 Savunpoiston periaate muokattu RT 103310 -ohjekortista

Savunpoistokeskukset listattiin sijainnin mukaan. Niiden osalta kirjattiin jokaisen keskuksen vaikutusalue, akkujen koko ja vaihtoaika sekä avaajatyyppi. Savunpoistopuhaltimista tehtiin oma luettelonsa tunnuksien mukaan. Savunpoistopuhaltimista kirjattiin tunnus, vaikutusalue ja lohko sekä puhaltimien sijainti.

#### 4.1.4 Sammutustekniikka

Automaattiset sammutuslaitteistot voidaan jaotella vesi- ja erikoissammutusjärjestelmiin, ja niiden tarkoitus on palon havaittua pyrkiä sammuttamaan tai hallitsemaan tulipaloa eri menetelmin kuten veden, kaasun tai kemikaalien avulla. Erikoissammutuslaitteistot asennetaan kohteisiin, joissa sammuttamiseen ei

voida kohteen luonteen vuoksi käyttää vettä. Veden sijaan sammuttamiseen käytetään kaasuja, kemikaaleja sekä vaahtoja sen mukaan, ettei sammutuslaitteisto aiheuta tuhoa tilassa olevaan laitteistoon. Erikoissammutuslaitteiden tarkoituksena on tukahduttaa palo katkaisemalla palamisreaktio tai tilan hapensaanti ja estää uudelleen syttyminen. Erikoissammutuslaitteistoihin lukeutuu kaasu-, vaahto-, jauhe- ja aerosolisammutuslaitteisto. [13.]

Vesisammutuslaitteisiin lukeutuu sprinkleri- ja vesisumujärjestelmät, jotka käyttävät sammuttamiseen vettä. Molempien laitteistojen toiminta perustuu korkean lämpötilan aiheuttamaan suuttimen reagoimiseen. Lämmön noustessa tulipalon vaikutuksesta, suuttimet reagoivat lämpöön ja suuttimien lasiset elementit haajoava, jolloin vesi pääsee ulos suuttimista. Suuttimen laukeaminen aiheuttaa hälytyksen hälytysventtiilille, joka antaa palohälytyksen eteenpäin kiinteistössä ja välittää paloilmoitinlaitteistolta hätäkeskukselle. Suuttimet laukeavat yksitellen, palon laajennettua siihen asti, kunnes palo saadaan hallintaan. Suurimpana erona järjestelmissä vesisumussa vesi tulee nimensä mukaisesti sumuna ja sprinklerisuuttimesta isompina pisaroina, joka tulee ottaa huomioon automaattista sammutuslaitteistoa suunnitellessa. [13.]

Sprinkleriventtiilit voidaan jakaa märkä- ja kuivahälytysventtiileihin. Märkä- ja kuiva-asennusten erona märkäasennuksessa putkisto on täytettynä paineenalaisella vedellä ja kuiva-asennuksessa putkisto on täytetty paineilmailla. Sprinklerin lauetessa märkäasennus laukaisee heti veden ulos sprinklerisuuttimesta, kun kuiva-asennuksessa vesi pääsee putkistoon vasta paineilman poistuttua. [13.]

Laiteluettelossa sprinklerien tiedot kerättiin asennusventtiilien mukaisesti. Kiinteistössä on käytössä sprinklerijärjestelmä, jossa venttiilit jaetaan märkä- ja kuivahälytysventtiileihin. Laiteluetteloon lueteltiin venttiilien numerot, tyypit sekä niiden vaikutusalueet. Useamman sprinklerikeskuksen vuoksi jokaisen venttiilin sijainti merkattiin luetteloon helpottamaan paikantamista.

Sprinkler				
Venttiili nro.	Sijainti	Vaikutusalue	Märkähälytysventtiili	Kuivahälytysventtiili
MHV1	SPR keskus 1	1 krs	x	
KHV1	SPR keskus 2	Parkkihalli		x

Kuva 5 Sprinklerijärjestelmän esimerkkilaiteluettelo

Automaattisen sammutuslaitteiston lisäksi laiteluetteloon lueteltiin kiinteistössä käytettävä alkusammutuskalusto, johon kuuluu käsisammuttimet sekä pikapalopostit. Kiinteistön kaikista sammuttimista sekä pikapaloposteista tehtiin omat listaukset. Sammuttimista merkattiin sijainnin lisäksi sammuttimentyyppi sekä valmistumisvuosi, jotta tiedetään, milloin sammuttimet tulee viimeistään huoltaa tai vaihtaa. Pikapaloposteista otettiin ylös sijainnit sekä koko.

#### 4.5 Sähkö- ja automaatiojärjestelmät

##### Sähkö

Sähköjärjestelmät koostuvat voimaloista, kantaverkoista ja jakeluverkoista. Sähköä tuotetaan voimalaitoksissa ydinvoimalla, tuulivoimalla, aurinkovoimalla ja vesivoimalla. Voimaloilta sähkö siirretään kantaverkoissa sähkönsiirtolinjoja pitkin sähköasemille, joissa jännite muutetaan pienemmäksi muuntajan avulla jakeluverkkoa varten. Jakeluverkossa sähkö muunnetaan muuntajalla pienjännitteiseksi ja siirretään tämä jälkeen kiinteistöihin. [14.]

Sähkölaitteistojen luokittelusta varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta on määritetty sähköturvallisuuslain 1135/2016 44§:ssä seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa;

b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3;

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;

d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria.

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko.

Kiinteistöjen sähköverkot koostuvat vähintään pääkeskuksesta, mutta isommissa kiinteistöissä myös nousukeskuksista, ryhmäkeskuksista, jakokeskuksista, mittauskeskuksista sekä pienemmistä yksittäisistä laitekeskuksista. Pääkeskukset toimivat koko kiinteistön sähkön syöttäjänä. Pääkeskukset koostuvat pääsulakkeista, pääkytkimistä, päämittauksesta sekä ryhmälähtösulakkeista. Pienemmät sähkökeskukset pitävät sisällään keskuksen pääkytkimen, sulakkeet ja johdonsuojakytkimet, vikavirtasuojakytkimet sekä liittimet ja johdotukset. Pienemmissä sähkökeskuksissa voi olla muun muassa pistorasioiden ja valaistuksen sähköt ja ohjaukset. [16.]

Sähkökeskuksista otettiin ylös keskuksen tunnus sekä sijainti. Kompensointilaitteistoista laitettiin maininta sähkökeskuksien huomautusosioon kunkin sähkökeskuksen kohdalle, jossa sijaitsee kompensointilaitteisto sekä

kompensointilaitteistoille tehtiin oma osio, johon lueteltiin keskuksittain loistehosäätimen malli ja sarjanumero sekä estokelapariston tyyppi.

Kompensoinnin tavoitteena on pienentää edestakaisen sähkönsiirtymisen synnyttämää loistehoa sekä jatkuvan siirtymisen aiheuttamia siirtohäviöitä. Kompensointia käytetään sähkönjakeluyhtiön kalliiden loistehon kustannusten pienentämiseen, virran ja häviöiden pienentämiseen sekä yliaaltojen ja häiriöiden suodattamiseen. Loisteho ei tee päätötehon tavoin työtä vaan siirtyy edestakaisin laitteen ja verkon välillä varastoiden energiaa induktiivisena loistehona magneettikentistä ja kapasitiivisena loistehona sähkökentistä. Kapasitiivinen loisteho on induktiivisen loistehon vastakohta, jonka vuoksi kapasitiivisella ja induktiivisella loisteholla voidaan pienentää toisiaan eli kompensoida. [17.]

Kompensointi voidaan toteuttaa yksittäiskompensointina, ryhmäkompensointina tai keskitettynä kompensointina. Yksittäiskompensointi toteutetaan yksittäisille laitteille kuten moottoreille. Laitteilla on omat kondensaattorit, jotka kytketään käymään yhtä aikaa kompensoitavan laitteen kanssa. Ryhmäkompensointia käytetään ryhmäkeskuksissa useamman ryhmän yhtäaikaiseen kompensointiin. Keskitetyssä kompensoinnissa kompensointi toteutetaan kohteen pää- tai ryhmäkeskukseen automaattiparistolla esimerkiksi loistehosäätimillä varustetuilla estokelaparistoilla tai yliaaltosuodattimilla. [17.]

## Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat tärkeässä osassa kiinteistön ylläpidossa, sillä niiden tarkoituksena on ohjata, säätää ja valvoa kiinteistön prosesseja sekä kerätä dataa, jota voidaan myöhemmin tarkastella ja hyödyntää esimerkiksi energiatehokkuuden parantamiseen. Rakennusautomaatiojärjestelmä kokonaisuutena koostuu valvomosta, alakeskuksista tai yksikkösäätimistä, kenttälaitteista sekä tiedonsiirtolaitteista ja kaapeleista. Rakennusautomaatiojärjestelmissä automaatioon lisätään useimmiten LVIA-järjestelmät sekä kylmälaitteet, pumppaamot ja paloteknisiä laitteistoja, mutta jokainen automaatiojärjestelmä räätälöidään kohteen laitteistojen ja käyttötarpeiden mukaisesti.

Rakennusautomaatio voidaan jaotella toiminnallisuuden mukaisesti hallintotasolle, automaatiotasolle sekä kenttätasolle. [18, s. 9-10.]

Hallintotaso koostuu fyysisestä valvomotietokoneesta tai etäkäyttöisestä web-selaimen toteutetusta etävalvomosta. Hallintotasolla tarkoitetaan automaation ja ihmisen yhdistävää käyttöliittymää eli käyttäjärajapintaa, jossa käyttäjä pääsee käyttäjätason mukaisesti valvomaan prosesseja tai tekemään muutoksia automaatiojärjestelmään automaatiografiikalta. [18, s. 13.]

Automaatiografiikka koostuu kirjautumissivusta, aloitussivusta, pääkuvasta, järjestelmävalikosta, osajärjestelmäkuvasta, tasokuvista sekä prosessikohtaisista kuvista. Aloituskuva on automaation kirjautumisen jälkeen ensimmäinen näkymä ja usein myös pääkuva. Pääkuvaan on koottu kohteen mukaisesti yhden tai useamman kiinteistön valikot sekä yksittäisten kiinteistöjen pääkuvassa pääjärjestelmät. Tasokuvaan on viety kerroksittain laitteistojen sijainteja sekä mittauspisteitä kuten huoneen lämpötila tai kosteus. Osajärjestelmäkuvaan on koostettu luetteloksi eri osa-alueiden laitteistot esimerkiksi ilmanvaihdon erillispoistot tai valaistukset ja niitä voi olla useampia. Prosessikuvista on nähtävissä yksittäisten prosessien kuten ilmanvaihtokoneen tai lämmitysjärjestelmän prosessi ja liitännäspisteet. Prosessikaaviosta on nähtävissä laitteiston sijainti ja vaikutusalue, prosessiin liitetyt laitteet, laitteiden tunnukset, mittaukset, säädöt, ohjaukset, tilatiedot ja hälytykset. Prosessikuvasta pystyy tarkastelemaan järjestelmän tilaa ja hälytyksiä sekä säätämään kyseistä prosessia. Prosessikuvasta saa myös auki prosessin toimintaselostuksen sekä asetusarvokaavion. Asetusarvokaaviosta on nähtävillä prosessin asetusarvot sekä todelliset mitatut arvot ja säätökäyrät. Automaatiografiikalta on myös mahdollista kerätä trendi dataa eli tietyn automaatiopisteen mittaamaa dataa sekä tarkastella hälytyksiä hälytysnäytöltä. [19, s. 27-39.]

Automaatiotasolla tapahtuu automaatiojärjestelmän tiedonsiirto, säätö ja ohjaus automaatiotasolta hallinto- ja kenttätasolle. Automaatiotasoa toteutetaan erilaisilla ohjaus- tai logiikkayksiköillä, joita voivat olla esimerkiksi valvonta-alakeskukset eli VAK:it tai yksikkösäätimet. Valvonta-alakeskuksilla pystytään

ohjaamaan useampaa prosessia omien säätökaavioidensa mukaisesti. Alakeskukset koostuvat pääsääntöisesti CPU:sta eli logiikka yksiköstä sekä yhdestä tai useammasta I/O-moduulista, joihin prosessin kenttälaitteet kytketään, ja joilta ohjaus ja säätökäskyt siirtyvät kenttälaitteille. Yksikkösäätimillä ohjataan ainoastaan yksittäistä prosessia kuten yksittäistä ilmanvaihtokonetta. Yksikkösäätimestä tulee koneelle ohjaus ja säätö sekä konetta valvotaan säätimeltä. [18, s.12, 14-18]

Kenttätason laitteistoihin lukeutuu erilaiset anturit ja toimilaitteet, jotka käyvät jatkuvaa tiedonvaihtoa alakeskuksien kanssa ja suorittavat alakeskuksilta tulevia säätö ja ohjaukskäskyjä. Anturit mittaavat ja keräävät tietoa prosessista esimerkiksi lämpötilaa, jota käytetään säätöpiirin osana. Antureiden mittauksille on annettu säätöpiirissä asetusarvot, jolloin laitteet pyrkivät säätämään saavuttaakseen asetusarvon. Lämpötilamittausten mukaisesti voidaan ohjata muun muassa lämmityspiirin venttiilejä auki ja kiinni säätöpiirin asetusarvojen mukaisesti. [18, s. 11.]

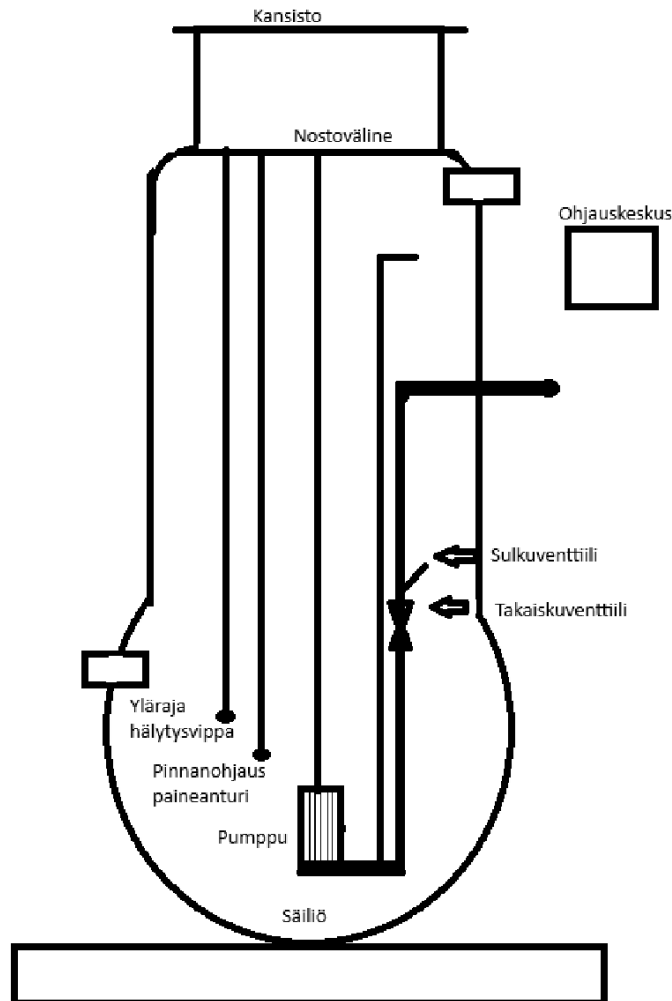
Automaation osalta kirjattiin VAK:ien tunnukset sekä niiden sijainti, jotta paikantaminen olisi helpompaa. Rakennusautomaatiojärjestelmä on tärkeä osa kiinteistön kunnossapitoa. Alakeskuksilta saadaan paljon tietoa eri järjestelmien toiminnasta sekä saadaan ohjattua ja säädettyä laitteita.

#### 4.6 Pumppaamot

Pumppaamoiden tarkoituksena on siirtää vettä paikasta toiseen, jos painovoimainen pois johtaminen ei ole mahdollista toteuttaa viettoviemäriin korkeuseron vuoksi eli silloin, kun rakennuksen viemäripisteet jäävät padotuskorkeuden alapuolelle. Pumppaamoiden avulla säästytään tulvilta ja saadaan ohjattua jätevedet oikeaa paikkaan. Pumppaamo koostuu pääosin yhdestä tai useammasta pumpusta, säiliöstä, ohjauskeskuksesta sekä pintakytkimistä. [20.]

Pumppaamojen perustoiminnassa neste kertyy säiliöön, kunnes saavuttaa pinnanohjaus paineanturin käynnistysrajan. Tällöin pumppu saa käyntiluvan ohjauskeskukselta ja käy siihen asti, kunnes neste on saatu kuljetettua eteenpäin

poistoyhdettä pitkin viemäriverkoston. Kun pinnankorkeus on laskenut alarajaan eli pinnanohjausanturin halutulle tasolle, ohjauskeskus antaa pumpulle seiskäskyn ja pumpu sammuu. Jos pumpu ei saa tyhjennettyä säiliötä esimerkiksi rikkoutuneen pumpun vuoksi ja nesteen pinta jatkaa nousemista, yläraja hälytysvipa antaa ylärajahälytyksen ja hälyttää ohjauskeskuksella. Kuvassa 7 pumppaamon perustoiminta.



Kuva 3 Pumppaamon osat muokattu RT 103405 -ohjekortista [20].

Erottimien avulla estetään haitallisten aineiden kulkeutuminen ympäristöön ja niiden tarkoitus on nimensä mukaisesti erotella epäpuhtaudet jäteveden joukosta ennen kuin vesi johdetaan eteenpäin viemäriverkoston tai luontoon. Erottimet jaotellaan öljyn-, hiekan-, ja rasvanerottimiin, joiden erona on

eroteltava aine. Hiekan- ja lietteenerottimella erotellaan liete, sakka ja hiekka vedestä. Öljynerottimella erotellaan hiekka/liete ja öljy jäte- ja hulevedestä ja rasvanerotusjärjestelmällä erotellaan muun muassa keittiöistä tulevat rasvat ja öljyt. [21.]

Kiinteistön pumppaamot jaotellaan jätevesi-, perusvesi- ja sadevesipumppaamoihin sekä hiekan-, rasvan- ja öljynerottimiin. Laiteluetteloon kerättiin kaivojen/säiliöiden sijainti, josta oikea pumppaamo tai erotin löytyy sekä ohjauskeskuksen sijainti. Lisäksi jätevesi-, perusvesi- ja sadevesipumppaamoista oli saatavilla pumppujen tietoja kuten pumpun tyyppi ja merkki, teho, virta ja pumppujen käyttämät käyttötunnit, jotka otettiin ylös laiteluetteloon. Pumpun tietoja voidaan käyttää työnjohdollisissa töissä, jos tarvitsee esimerkiksi tilata uusi pumppu vanhan tilalle.

## **5 Tulokset ja kehittäminen**

### **5.1 Tulokset**

Laiteluetteloprojektin loppumetreillä tehtiin muutama kohdekäynti, jolloin selvitettiin epäselväksi tai puuttuneeksi jääneitä tietoja. Kohdekierroksien tarkoituksena oli täyttää laiteluetteloita myös siltä osin, mitä huoltoraporteilla tai huoltokirjassa ei ollut mainittu. Tietoja kerättiin rakennusautomaatiosta, kohdetta kiertämällä sekä teknisistä piirustuksista. Piirustusten ajantasaisuudesta ei kuitenkaan pystynyt olemaan varma, jonka takia tiedot täytyi tarkastaa vielä piirustuksiin merkityistä paikoista. Suurimmaksi tiedonlähteeksi ajantasaisista tiedoista osoittautui kiinteistöautomaatio.

Kiinteistöautomaatiosta saatiin selville laiteluettelosta puuttuvia laitteita, sillä suurin osa kiinteistön teknisistä laitteistoista on viety kiinteistöautomaatioon. Automaatiosta pystyi näkemään laitteiden tunnuksat, sijainnit ja vaikutusalueet sekä LVI-järjestelmät kokonaisuudessaan grafiikkakuvista. Automaatiolta pystyi havaitsemaan, oliko laite käytössä vai ei ja osa oli merkattu pois käytöstä tai

varalle. Myös käytöstä poistetut laitteet merkattiin laiteluetteloon mahdollista myöhempää käyttöönottoa varten sekä vuosittaisten huoltojen vuoksi.

Huoltoraporttien selaamisen ja kohdekierrosten jälkeen saatiin kasattua kolmesta kiinteistöstä omat laiteluettelot jokaisesta taloteknisestä osa-alueesta omiin kansioihin. Alun perin jokaisen kiinteistön jokaisesta järjestelmästä oli luotu yksittäinen Excel-taulukko, johon oli lueteltu kunkin järjestelmän laitteet ja tiedot oli viety kiinteistöittäin ja osa-alueittain jokainen omaan kansioon. Yksittäiset Excel-taulukot osoittautuivat vaikeakäyttöisiksi suuren tiedostomäärän vuoksi, jonka takia erilliset osa-alueisiin jaotellut Excel tiedostot yhdistettiin yhdeksi yhtenäiseksi dokumentiksi jokaisen kiinteistön osalta. Valmis esimerkki dokumentti on esitetty kuvassa 5.

Värikoodi	Laitteet	Määrät
Kansi	Sisällysluettelo	kpl
IV	IV-koneet	
IV	Poistopuhaltimet	
IV	Kiertoilmapuhaltimet	
Lämmitys	Lämmönjakopaketit	
Jäähdytys	VJK	
Jäähdytys	Splitit	
Jäähdytys	Konvektorit	
Sähkö	Sähkökeskukset	
Sähkö	Kompensointi	
Automaatio	VAK	
Turva	Paloilmoittimet	
Turva	Turvavalokeskukset	
Turva	Savunpoisto	
Sammutus	Sprinkleri	
Sammutus	Sammuttimet	
Sammutus	Pikapalopostit	
Varavoima	Varavoimakoneet	
Pumppaamot	Pumppaamot, erottimet	

Sisällysluettelo IV-koneet Poistopuhaltimet Kiertoilmapuhaltimet Lämmitys VJK Splitit Konvektorit Sähkökeskukset Kompensointi Automaatio Paloilmoittimet Turvakat Savunpoisto Sprinkleri Sammuttimet Pikapalopostit Varavoima Pumppaamot

Kuva 4 Valmis laiteluettelodokumentti

Laiteluettelolle luotiin ensimmäiseen välilehteen sisällysluettelo, johon värikoodattiin ja nimettiin eri osa-alueet helpottamaan selaamista. Sisällysluetteloon laskettiin laitteistojen määrät, jotta ne olisivat kootusti ja nopeasti nähtävissä. Muutosten tullen yhdeltä dokumentilta on nopeaa ja helppoa tehdä muutoksia laitemääriin sekä laitetietoihin. Laiteluettelo tulisi aika ajoin päivittää esimerkiksi jokaisen huollon jälkeen. Raporteista tulisi tarkastaa vähintään laitemäärät ja laitteiden tunnukset ja verrata niitä olemassa olevaan laiteluetteloon sekä tehdä tarvittavat muutokset.

## 5.2 Kehittäminen

Yrityksen kannalta laiteluettelo voisi jatkossa käyttää myös muiden kohteiden laiteluetteloiden päivittämisen apuna. Valmiiseen pohjaan on helppo kerätä tiedot muun muassa tehtyjen teknisten huoltojen pohjalta, rakennusautomaatiosta, sekä kohdekiirroksilla. Laiteluettelopohjat ovat muokattavissa eri kiinteistöihin sen mukaan, mitä tekniikoita kiinteistössä on käytössä huolimatta siitä, minkä kokoiseen kiinteistöön laiteluettelo ollaan laatimassa. Myös niiden tekniikoiden laiteluetteloita on mahdollista lisätä Excel dokumenttiin, joita ei tämän työn kohdekiinteistössä ollut. Dokumenttiin saa lisättyä ja poistettua soluja, muokattua otsikoita ja luotua uusia välilehtiä. Jokainen kohde on erilainen ja jokaisella kohteella on käytössä omat huoltokirjat ja järjestelmät, josta laiteluettelot löytyvät tai joihin ne lisätään.

Laiteluettelot ovat tärkeässä roolissa asiakkaan kilpailuttaessa taloteknisiä huoltoja. Kilpailutuksessa taloteknisiä huoltoja tarjoavat yritykset antavat tarjouksen tietyllä järjestelmä- ja laitteistomäärälle, jonka asiakas on ilmoittanut tarjousmateriaalissa. Tarjoustusta on mahdollista päivittää vielä ensimmäisen huoltokierroksen jälkeen, jolloin olisi oleellista kerätä laiteluettelo huoltojen perusteella ja verrata tarjottuja laitteistomääriä kerättyyn laiteluetteloon. Laiteluettelo tulisi tuoda teknisten huoltojen tueksi ja antaa asentajalle tiedoksi laitemäärät ennen huoltoa, jolloin asentajan on mahdollista huollon jälkeen ilmoittaa työnjohtajalle, jos huollettavia laitteita on eri määrä kuin laiteluettelossa. Laiteluettelon jatkuva hyödyntäminen teknisissä huolloissa ja laitemäärien sekä laitteiden läpikäyminen jokaisen huollon jälkeen antaa parhaan hyödyn tehdyille listaukselle.

Teknisestä näkökulmasta projektia voisi kehittää luomalla keskitetyn tietokannan laiteluetteloille, mikä olisi helposti saavutettavissa ja muokattavissa, mutta valvotussa paikassa. Tietokantaan jokaiselle laitteelle voisi luoda oman kattavamman laitekortin, josta selviäisi jo kerättyjen tietojen lisäksi laitteistojen ja niihin kuuluvien komponenttien teknisiä tietoja. Esimerkiksi oviverhopuhaltimien kohdalla laitteen mitat, puhaltimen moottorin mallin ja patterin tyyppi.

Laitekortista ilmenisi tehdyt korjaukset, viimeisimmän suoritettun huollon ajankohta ja huollon huomiot sekä siihen voisi kerätä varaosaluettelo.

## 6 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli päivittää kohdekiinteistön laiteluettelo taloteknisiä laitteistoista. Kohdekiinteistössä ei ollut päivitettyä laiteluettelo, jonka vuoksi teknisten laitteistojen tarkka määrä ei ollut tiedossa. Tavoitteena oli päivittää laiteluettelot selkeäksi ja helppolukuisiksi helpottamaan huoltoyhtiön ylläpitoa ja teknisiä huoltoja sekä antamaan asiakkaalle kattavan kuvan kiinteistön laitteistoista.

Opinnäytetyön laiteluettelon päivittäminen aloitettiin alun perin 2024 keväällä ja tavoitteena oli saada laiteluettelot valmiiksi kevään aikana. Työn aloitus sujui hyvin ja laiteluettelopohjien luomisessa ei juuri ollut ongelmia. Laiteluettelopohjaa joutui kuitenkin muutaman kerran muokkaamaan, jotta se olisi yhtenäinen jokaisen kiinteistön kesken, mutta mukautuisi eri kiinteistöjen teknisiin laitteistoihin. Projektin varrella tuli vastaan joitakin epäselvyyksiä tiedonkeruussa esimerkiksi ristiriitaisten laitetunnusten tai puuttuvien teknisten tietojen vuoksi, jolloin oli tarpeen tehdä kohdekäyntejä. Kohdekierroksilla laiteluettelo täydennettiin rakennusautomaatiosta sekä tietoja tarkastettiin etsimällä laitteet fyysisesti kiinteistöistä. Ristiriitaista laitetunnuksista teki eriävät merkinnät piirustuksissa, rakennusautomaatiossa sekä fyysisesti laitteella, jonka vuoksi laitteita tuli kiertää ja tarkastaa.

Aikaa kohdekierroksille ei kuitenkaan jäänyt paljoa projektin loppuvaiheessa, jonka takia tietojen tarkastaminen ja laiteluettelon täydentäminen jäi vähäiselle. Laiteluettelot on tehty suurilta osin 2023 vuoden huoltoraporttien perusteella, jonka jälkeen kiinteistössä on tehty remontteja. Tämän vuoksi laiteluetteloissa on jo nyt päivittämisen tarvetta ja uudelleen päivittäminen on aloitettu 2025.

Valmiin laiteluettelon ajoittainen päivittäminen on tärkeää myös tulevaisuudessa. Laiteluetteloiden päivittäminen tulisi tehdä aina, kun laitteita lisätään tai

puretaan, otetaan pois käytöstä tai niihin tehdään muutoksia. Laiteluetteloiden päivittäminen jää usein tekemättä, jos ei ole määritetty toimintamallia, miten, minne ja kuka päivitykset tekee. Lisää haastetta aiheuttaa, jos ei ole määritetty järjestelmää, johon tiedot halutaan viedä tai tiedot ei ole helposti saatavilla ja muokattavissa. Laitetietojen puuttuminen ja tietojen ristiriitaisuus sekä saatavilla olevien tietojen hajautus luo ylimääräistä selvitystyötä ja heikentää kiinteistön laitteistojen kokonaisuuden ymmärtämistä. Laitetietoja tarvitaan kaikissa vaiheissa kiinteistön elinkaarta suunnittelusta toteutukseen ja käyttöönottoon sekä kiinteistön ylläpidosta kiinteistön johtamiseen, jonka vuoksi niitä tulisi päivittää ja pitää ajan tasalla jokaisessa kiinteistössä. Ajantasainen laiteluettelo antaa kustannuksellisia ja ajanhallinnallisia hyötyjä sekä lisää luotettavuutta kiinteistön laitteiston ylläpitoon.

## Lähteet

- 1 Opetushallitus. Kunnossapito – menestystekijä. Saatavilla: <<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>>. Viitattu 7.9.2024.
- 2 SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Suomen Standardisoimisliitto.
- 3 PKS 6201. 2022. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PKS Standardisointi.
- 4 Järviö, Jorma; Lehtiö, Taina. 2017. Kunnossapito – tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. täydennetty painos. Helsinki: Promaint ry.
- 5 Korkala, Tapio. 2020. Ilmanvaihto – hoito ja huolto. Helsinki: Kiinteistömedia Oy.
- 6 Ketola, Jari; Lairi, Veijo; Laulumaa, Mikko; Nieminen, Juha. 2017. Talotekniikka. Helsinki: Sanoma Pro.
- 7 Kaappola, Esko; Hirvelä, Aulis; Jokela Matti; Kianta Jani. 2022. Kylmätekniiikan perusteet. 2. uudistettu painos. Helsinki: Opetushallitus
- 8 Kapanen, Mika. 2019. Välilliset jäähdytysjärjestelmät. PDF-dokumentti. Helsinki: Suomen Kylmäyhdistys Ry. <[Välilliset jäähdytysjärjestelmät - Kylmä Verkkokauppa](#)>. Viitattu 15.10.2025.
- 9 Pelastuslaki 379/2011. Finlex. Verkkosivu. Saatavilla: <<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2011/379>>. Viitattu 5.11.2025.
- 10 Majamaa, Jarmo. 2018. Paloturvallitteet ja järjestelyt. PDF-dokumentti. 6. uusittu painos. Helsinki: Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö SPEK. Saatavilla: <<https://www.spek.fi/wp-content/uploads/2021/04/Paloturvallitteet-ja-jarjestelyt.pdf>>. Viitattu 5.11.2025.
- 11 Teknoware. 2025. Suunnittelu- ja tarkastusopas. PDF-dokumentti. Saatavilla: <[Suunnittelu ja tarkastusopas FI.pdf](#)>. Viitattu 5.11.2025.
- 12 Savunpoistokumppani. 2022. Savunhallinta. PDF-dokumentti. Saatavilla: <<https://www.savunpoistokumppani.fi/wp-content/uploads/2023/06/tietopaketti-savunpoistosta-2022.pdf>>. Viitattu 5.11.2025.
- 13 RT 63-11996. 2020. Sammutuslaitteistot. Helsinki: Rakennustieto.

- 14 Määttänen, Marjut. 2023. Kuinka sähkö kulkee?. Verkkosivu. <<https://www.fingridlehti.fi/kuinka-sahko-kulkee/>>. Luettu 8.1.2026.
- 15 Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Finlex. Verkkosivu. Saatavilla: <<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2016/1135>>. Viitattu 1.8.2026.
- 16 Keravan Energia. Pienjänniteverkko. Verkkosivu. Saatavilla: <<https://www.keravanenergia.fi/sahko/sahkoverkko/pienjanniteverkko/>>. Viitattu 1.12.2025.
- 17 Kymenlaakson sähköverkko. 2018. Loistehon kompensointi. PDF-dokumentti. Saatavilla: <<https://www.ksoy.fi/wp-content/uploads/2021/11/Loistehonkompensointiohje.pdf>> Viitattu 11.12.2026.
- 18 ST-käsikirja 17. 2025. Rakennusautomaatiojärjestelmät. PDF-dokumentti. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 19 ST-käsikirja 22. 2023. Rakennusten automaation valvomot. PDF-dokumentti. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 20 RT 103405. 2021. Pumppaamot. Helsinki: Rakennustieto
- 21 RT 103351. 2021. Erottimet. Helsinki: Rakennustieto